

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000210831  
PUBLICATION DATE : 02-08-00

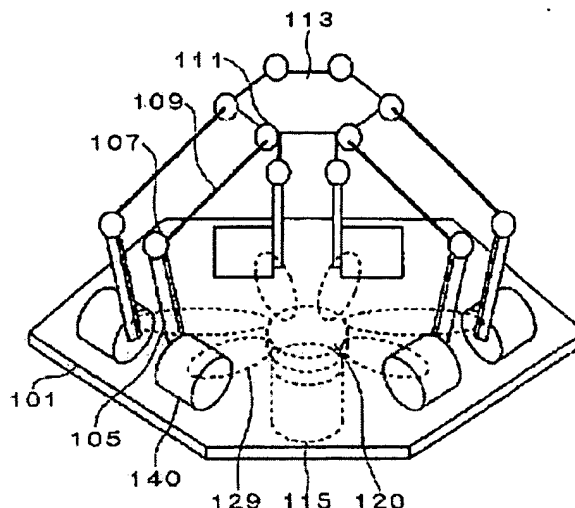
APPLICATION DATE : 22-01-99  
APPLICATION NUMBER : 11014909

APPLICANT : SEIKO SEIKI CO LTD;

INVENTOR : TOKI NAGATAKE;

INT.CL. : B23Q 5/20 B25J 11/00 F16H 21/46  
G05D 3/00

TITLE : PARALLEL MECHANISM



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a parallel mechanism with less power consumption and low cost, reduced in backlash with no changes in position and attitude at a power failure.

SOLUTION: A motor 115 rotates in one direction for diving. The rotating speed of the motor 115 is reduced by a reduction device 120 and transmitted to six regular and reverse rotation mechanisms 140 by a synchronous belt 129. In the regular and reverse rotation mechanism 140, the regular rotation, reverse rotation or stopping operation of a rotor is carried out based on the one directional rotating power. Each end of the arms 105 is attached on the rotor, respectively. A travelling plate 113 can be controlled in 6 degrees of freedom by the control of the arm 105.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-210831  
(P2000-210831A)

(43) 公開日 平成12年8月2日(2000.8.2)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	7-73-1* (参考)
B 2 3 Q	5/20	B 2 3 Q	5/20
B 2 5 J	11/00	B 2 5 J	11/00
F 1 6 H	21/46	F 1 6 H	21/46
G 0 5 D	3/00	G 0 5 D	3/00

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-14909

(22) 出願日 平成11年1月22日(1999.1.22)

(71) 出願人 000107996

セイコー精機株式会社

千葉県習志野市屋敷4丁目3番1号

(72) 発明者 時 永偉

千葉県習志野市屋敷4丁目3番1号 セイ

コー精機株式会社内

(74) 代理人 100105201

弁理士 椎名 正利

Fターム(参考) 5H303 AA10 BB03 BB09 BB15 CC09

DD01 DD14 DD26 DD27 DD28

EE03 EE07 FF06 HH05 KK02

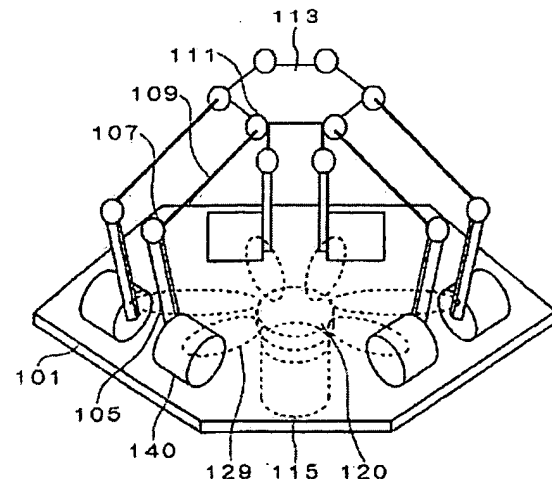
LL03

(54) 【発明の名称】 パラレル機構

(57) 【要約】

【課題】 省電力、低コストで、バックラッシュが低減され、停電時の位置又は姿勢の変化がないパラレル機構を提供する。

【解決手段】 モータ115は、一方向に回転駆動する。モータ115の回転速度は、減速機120により減速され、歯付ベルト129により6台の正・反転機構140に伝えられる。正・反転機構140では、この一方向の回転動力を基に、ロータ19を正転動作、反転動作又は停止動作させる。ロータ19には、それぞれアーム105の一端が取り付けられている。このアーム105を制御することで、トラベリングプレート113を6自由度で制御可能である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一方向に回転駆動する回転駆動手段と、該回転駆動手段の一方向の回転駆動を基にロータの正転、反転、停止のいずれかの動作を行う6個配設された正・反転機構と、該正・反転機構のロータの端部に一端を固着されたアームと、該アームの他端に固着された自由度3の運動を行う第1の3自由度ジョイントと、該第1の3自由度ジョイントに一端を固着されたロッドと、該ロッドの他端に固着された自由度3の運動を行う第2の3自由度ジョイントと、該第2の3自由度ジョイントにより支持されたトラベリングプレートと、該トラベリングプレートの位置及び／又は姿勢を制御するため、前記正・反転機構のロータを正転、反転、停止させる制御手段とを備えたことを特徴とするパラレル機構。

【請求項2】 一方向に回転駆動する回転駆動手段と、該回転駆動手段の一方向の回転駆動を基にロータの正転、反転、停止のいずれかの動作を行う3個配設された正・反転機構と、該正・反転機構のロータの端部に一端を固着されたアームと、該アームの他端に支持され、自由度1の回転運動を行う第1の1軸回転ジョイントと、該第1の1軸回転ジョイントの両側端にそれぞれ1個ずつ連結され、自由度3の運動を行う第1の3自由度ジョイントと、該第1の3自由度ジョイントのそれぞれに一端を支持された2本のロッドと、該ロッドの他端にそれぞれ1個ずつ固着された自由度3の運動を行う第2の3自由度ジョイントと、該第2の3自由度ジョイントと両側端が連結され、自由度1の回転運動を行う第2の1軸回転ジョイントと、該第2の1軸回転ジョイントにより支持されたトラベリングプレートと、該トラベリングプレートの位置及び／又は姿勢を制御するため、前記正・反転機構のロータを正転、反転、停止させる制御手段とを備えたことを特徴とするパラレル機構。

【請求項3】 前記回転駆動手段は、少なくとも一つのモータと、該モータの出力軸に固着された第1の歯車に対し1又は複数個の第2の歯車が歯合された減速部又は該減速部が複数段連設された連設減速部を有する減速機と、該減速機で減速された所定段目の歯車の軸動力を前記正・反転機構に伝達する軸動力伝達部とを備えたことを特徴とする請求項1又は請求項2記載のパラレル機構。

【請求項4】 前記軸動力伝達部は、前記所定段目の歯車と軸を同一に取り付けられた歯車又はプーリからなる原車と、該原車に一方を掛けられたベルトと、該ベルトの他方が掛けられ、前記正・反転機構に回転動力を伝達する歯車又はプーリからなる従車とを備えたことを特徴とする請求項3記載のパラレル機構。

【請求項5】 前記ベルトの途中を押接することで該ベルトの張力を調節するアイドルプーリを備えたことを特徴とする請求項4記載のパラレル機構。

【請求項6】 前記正・反転機構は、外筒と、前記回転

駆動手段により回転駆動され、前記外筒の所定位置に軸受により支持された駆動用傘歯車と、該駆動用傘歯車と歯合し正転される正転用傘歯車と、該正転用傘歯車と前記駆動用傘歯車の中心よりみて対称に配設され、前記駆動用傘歯車と歯合し反転される反転用傘歯車と、該反転用傘歯車の中心及び前記正転用傘歯車の中心を貫通するロータと、該ロータに対し前記正転用傘歯車を回動自在に支持するため、該正転用傘歯車と前記ロータの間に配設された正転用軸受と、該ロータに対し前記反転用傘歯車を回動自在に支持するため、該反転用傘歯車と前記ロータの間に配設された反転用軸受と、前記正転用傘歯車及び前記反転用傘歯車の間に配設され、中央を前記ロータに固定された回転伝達用ディスクと、該回転伝達用ディスクの少なくとも一箇所に固定され、前記正転用傘歯車の所定面に対し押圧若しくは吸着させることで、前記正転用傘歯車の回転力を前記回転伝達用ディスクに伝達する正転力伝達手段と、前記回転伝達用ディスクの少なくとも一箇所に固定され、前記反転用傘歯車の所定面を押圧若しくは吸着させることで、前記反転用傘歯車の回転力を前記回転伝達用ディスクに伝達する反転力伝達手段と、前記ロータに固定されたロータ回転停止用ディスクと、前記外筒の少なくとも一箇所に固定され、該ロータ回転停止用ディスクの所定面を押圧若しくは吸着させることで、該ロータ回転停止用ディスクを停止させるロータ回転停止手段と、前記ロータを前記外筒の所定位置に回動自在に支持するロータ軸受とを備えたことを特徴とする請求項1、2、3、4又は5記載のパラレル機構。

【請求項7】 前記制御手段は、前記トラベリングプレートの目標位置及び／又は姿勢を制御するため前記各アームの目標回転角度を指令する目標回転角度指令手段と、前記正・反転機構のロータに、該ロータの回転角度を検出するため配設されたエンコーダと、該エンコーダからの検出信号と前記目標回転角度指令手段で指令された前記各アームの目標回転角度との回転角度差を算出する回転角度差算出手段と、該回転角度差算出手段で算出された回転角度差を補償する補償手段と、前記回転角度差と0との比較結果に基づき前記正転力伝達手段、前記反転力伝達手段又は前記ロータ回転停止手段のいずれかを選択する判定手段とを備え、該判定手段で選択された前記正転力伝達手段、前記反転力伝達手段又は前記ロータ回転停止手段は、前記補償手段で補償された出力信号に基づき制御されることを特徴とする請求項1、2、3、4、5又は6記載のパラレル機構。

【請求項8】 前記目標回転角度指令手段は、前記トラベリングプレートの目標位置及び／又は姿勢を設定する目標位置等設定手段と、該目標位置等設定手段で設定された目標位置及び／又は姿勢から逆運動学に基づき前記各アームの目標回転角度を演算により算出する逆運動学演算手段とを備えたことを特徴とする請求項7記載のパ

ラレル機構

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はバラレル機構に係わり、特に省電力、低コストで、バックラッシュが低減され、停電時の位置又は姿勢の変化がないバラレル機構に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、図7に示すような屈曲型バラレル機構が知られている。図7において、ベース101上に6台のダイレクトドライブモータ（以下、DDモータという）103が固定されている。DDモータ103の出力軸には、それぞれアーム105の一端が取り付けられている。

【0003】アーム105の他端には、3自由度ジョイント107を介してロッド109の一端が取り付けられている。ロッド109の他端には、3自由度ジョイント111を介してトラベリングプレート113が支持されている。このように構成された屈曲型バラレル機構のトラベリングプレート113は、6つの能動自由度を持つ。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、かかる従来の屈曲型バラレル機構では、6台のDDモータ103と、そのDDモータ103を制御するための6台のコントローラが必要となり、コスト高であった。また、電力消費も大きかった。

【0005】更に、DDモータ103の動、静剛性は低いため、バラレル機構全体の動、静剛性が低下するおそれがあった更に、停電時には、トラベリングプレート113が自重により停止が維持出来ず、落下するおそれもあった。

【0006】本発明はこのような従来の課題に鑑みてなされたもので、省電力、低コストで、バックラッシュが低減され、停電時の位置又は姿勢の変化がないバラレル機構を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】このため本発明は、一方向に回転駆動する回転駆動手段と、該回転駆動手段の一方向の回転駆動を基にロータの正転、反転、停止のいずれかの動作を行う6個配設された正・反転機構と、該正・反転機構のロータの端部に一端を固着されたアームと、該アームの他端に固着された自由度3の運動を行う第1の3自由度ジョイントと、該第1の3自由度ジョイントに一端を固着されたロッドと、該ロッドの他端に固着された自由度3の運動を行う第2の3自由度ジョイントと、該第2の3自由度ジョイントにより支持されたトラベリングプレートと、該トラベリングプレートの位置及び／又は姿勢を制御するため、前記正・反転機構のロータを正転、反転、停止させる制御手段を備えて構成し

た、

【0008】回転駆動手段は、一方向に回転駆動可能なすべての手段をいう。例えば、電動機により直接回転駆動されるものや、離れた位置に備えられた電動機より、その回転がベルトや歯車等により伝達されるものを含む。正・反転機構は、6個配設する。そして、回転駆動手段の一方向の回転駆動を基に、ロータの正転、反転、停止のいずれかの動作を行う。

【0009】アームの一端は、正・反転機構のロータの端部に固着する。第1の3自由度ジョイントは、アームの他端に固着されており、自由度3の運動を行う。ロッドの一端は、この第1の3自由度ジョイントに固着する。そして、ロッドの他端は、第2の3自由度ジョイントに固着する。

【0010】第2の3自由度ジョイントは、自由度3の運動を行う。トラベリングプレートは、第2の3自由度ジョイントにより支持される。制御手段では、トラベリングプレートの位置及び／又は姿勢を制御するため、正・反転機構のロータを正転、反転、停止させる。

【0011】以上により、一方向の回転駆動を基にトラベリングプレートの位置及び／又は姿勢を制御可能なため、バックラッシュを低減出来る。また、正・反転機構のロータを停止動作させることで、トラベリングプレートの位置等を確実に停止出来る。

【0012】また、本発明は、一方向に回転駆動する回転駆動手段と、該回転駆動手段の一方向の回転駆動を基にロータの正転、反転、停止のいずれかの動作を行う3個配設された正・反転機構と、該正・反転機構のロータの端部に一端を固着されたアームと、該アームの他端に支持され、自由度1の回転運動を行う第1の1軸回転ジョイントと、該第1の1軸回転ジョイントの両側端にそれぞれ1個ずつ連結され、自由度3の運動を行う第1の3自由度ジョイントと、該第1の3自由度ジョイントのそれぞれに一端を支持された2本のロッドと、該ロッドの他端にそれぞれ1個ずつ固着された自由度3の運動を行う第2の3自由度ジョイントと、該第2の3自由度ジョイントと両側端が連結され、自由度1の回転運動を行う第2の1軸回転ジョイントと、該第2の1軸回転ジョイントにより支持されたトラベリングプレートと、該トラベリングプレートの位置及び／又は姿勢を制御するため、前記正・反転機構のロータを正転、反転、停止させる制御手段とを備えて構成した。

【0013】本発明では、正・反転機構は3個配設する。アームの他端には、自由度1の回転運動を行う第1の1軸回転ジョイントが支持されている。この第1の1軸回転ジョイントの両側端に、第1の3自由度ジョイントをそれぞれ1個ずつ連結する。第1の3自由度ジョイントは、自由度3の運動を行う。

【0014】2本のロッドは、第1の3自由度ジョイントのそれぞれに一端が支持される。第2の3自由度ジョ

イントは2つ用意され、ロッドの他端にそれぞれ固着される。第2の3自由度ジョイントも自由度3の運動を行う。第2の1軸回転ジョイントは、この第2の3自由度ジョイントと両側端が連結され、自由度1の回転運動を行う。

【0015】トラベリングプレートは、この第2の1軸回転ジョイントにより支持される。制御手段は、トラベリングプレートの位置及び、又は姿勢を制御するため、正・反転機構のロータを正転、反転、停止させる。このロータを制御することにより、トラベリングプレートの位置等は各ロッドを介して間接的に制御される。

【0016】以上により、正・反転機構の個数が少なく、また正・反転機構に対する回転駆動が少なくても十分な回転駆動手段も簡単に構成出来る。バックラッシュを低減出来、また、トラベリングプレートの位置等を確実に停止出来る点は、請求項1記載の発明と同様である。

【0017】更に、本発明は、前記回転駆動手段は、少なくとも一つのモータと、該モータの出力軸に固着された第1の歯車に対し1又は複数個の第2の歯車が歯合された減速部又は該減速部が複数段連設された連設減速部を有する減速機と、該減速機で減速された所定段目の歯車の軸動力を前記正・反転機構に伝達する軸動力伝達部とを備えて構成した。

【0018】回転駆動手段は、モータ、減速機及び軸動力伝達部を備える。モータは、1台のみですべての正・反転機構に動力を伝達してもよいが、複数台で担当する。正・反転機構を分けてもよい。また、モータ1台で一台の正・反転機構を回転駆動してもよい。

【0019】減速機は、このモータの出力軸に固着された第1の歯車に対し、1又は複数個の第2の歯車が1段だけ歯合された減速部を用いてもよいし、また、このように組み合わせた1段の減速部を複数段連設して用いてもよい。軸動力伝達部は、この減速機で減速された所定段目の歯車の軸動力を正・反転機構に伝達する。軸動力伝達部を設けることで、モータと各正・反転機構が離隔している場合でも動力伝達が可能となる。

【0020】この減速機からの動力は、最終段目からの伝達を理想とする。但し、所定段目からも動力の伝達が可能となるよう配慮しておけば、正・反転機構に伝える回転速度と回転動力を段階的に変更することも可能となる。以上により、モータの台数を制限し、低コスト、省電力でありながら、バックラッシュが無く、停電時にもトラベリングプレートが落下等することはない。

【0021】更に、本発明は、前記軸動力伝達部は、前記所定段目の歯車と軸を同一に取り付けられた歯車又はプーリからなる原車と、該原車に一方を掛けられたベルトと、該ベルトの他方が掛けられ、前記正・反転機構に回転動力を伝達する歯車又はプーリからなる従車とを備えて構成した。

【0022】ベルトは、Vベルト等でもよいが、動力伝

達の精度を上げるため歯付ベルトとするのが望ましい。ベルト掛けすることで、モータと各正・反転機構が離隔している場合でも正確に動力伝達を行える。

【0023】更に、本発明は、前記ベルトの途中を押接することで該ベルトの張力を調節するアイドラプーリを備えて構成した。

【0024】更に、本発明は、前記正・反転機構は、外筒と、前記回転駆動手段により回転駆動され、前記外筒の所定位置に軸受により支持された駆動用傘歯車と、該駆動用傘歯車と歯合し正転される正転用傘歯車と、該正転用傘歯車と前記駆動用傘歯車の中心よりみて対称に配設され、前記駆動用傘歯車と歯合し反転される反転用傘歯車と、該反転用傘歯車の中心及び前記正転用傘歯車の中心を貫通するロータと、該ロータに対し前記正転用傘歯車を回動自在に支持するため、該正転用傘歯車と前記ロータの間に配設された正転用軸受と、該ロータに対し前記反転用傘歯車を回動自在に支持するため、該反転用傘歯車と前記ロータの間に配設された反転用軸受と、前記正転用傘歯車及び前記反転用傘歯車の間に配設され、中央を前記ロータに固定された回転伝達用ディスクと、該回転伝達用ディスクの少なくとも一箇所に固定され、前記正転用傘歯車の所定面に対し押圧若しくは吸着させることで、前記正転用傘歯車の回転力を前記回転伝達用ディスクに伝達する正転力伝達手段と、前記回転伝達用ディスクの少なくとも一箇所に固定され、前記反転用傘歯車の所定面を押圧若しくは吸着させることで、前記反転用傘歯車の回転力を前記回転伝達用ディスクに伝達する反転力伝達手段と、前記ロータに固定されたロータ回転停止用ディスクと、前記外筒の少なくとも一箇所に固定され、該ロータ回転停止用ディスクの所定面を押圧若しくは吸着させることで、該ロータ回転停止用ディスクを停止させるロータ回転停止手段と、前記ロータを前記外筒の所定位置に回動自在に支持するロータ軸受とを備えて構成した。

【0025】駆動用傘歯車は、外筒の所定位置に軸受により支持する。そして、この駆動用傘歯車は回転駆動手段により回転駆動される。正転用傘歯車は、駆動用傘歯車と歯合し正転される。反転用傘歯車は、正転用傘歯車と駆動用傘歯車の中心よりみて対称に配設する。そして、駆動用傘歯車と歯合し反転される。

【0026】ロータは、反転用傘歯車の中心及び正転用傘歯車の中心を貫通する。ロータに対し正転用傘歯車を回動自在に支持するため、正転用傘歯車とロータの間に正転用軸受を配設する。また、同様に、ロータに対し反転用傘歯車を回動自在に支持するため、反転用傘歯車とロータの間に反転用軸受を配設する。

【0027】回転伝達用ディスクは、正転用傘歯車及び反転用傘歯車の間に配設され、その中央はロータに固定する。正転力伝達手段は、回転伝達用ディスクの少なくとも一箇所に固定する。但し、正転力伝達手段は、制御

バランスを取るため複数個を均等に配設するのが望ましい。

【0028】そして、正転力伝達手段が、この正転用傘歯車の所定面に対し押圧若しくは吸着させることで、正転用傘歯車の回転力を回転伝達用ディスクに伝達する。押圧としたのは、正転力伝達手段として例えば圧電素子を考慮したからであり、また吸着としたのは、例えば電磁クラッチを考慮したからである。

【0029】一方、反転力伝達手段も、回転伝達用ディスクの少なくとも一箇所に固定する。但し、制御バランスを取るため複数個を均等に配設するのが望ましいのは、正転力伝達手段と同様である。そして、反転力伝達手段が、この反転用傘歯車の所定面を押圧若しくは吸着させることで、反転用傘歯車の回転力を回転伝達用ディスクに伝達する。

【0030】また、ロータ回転停止用ディスクが、ロータに固定されている。ロータ回転停止手段は、外筒の少なくとも一箇所に固定する。但し、制御バランスを取るため複数個を均等に配設するのが望ましいのは、正転力伝達手段等と同様である。

【0031】そして、ロータ回転停止手段が、このロータ回転停止用ディスクの所定面を押圧若しくは吸着させることで、ロータ回転停止用ディスクを停止させる。ロータ軸受は、ロータを外筒の所定位置に回転自在に支持する。以上により、一方向の回転を基に正転、反転、停止を可能としたことで、剛性が高く、バックラッシュを低減させたパラレル機構を実現出来る。

【0032】更に、本発明は、前記制御手段は、前記トラベリングプレート目標位置及び／又は姿勢を制御するため前記各アームの目標回転角度を指令する目標回転角度指令手段と、前記正・反転機構のロータに、該ロータの回転角度を検出するため配設されたエンコーダと、該エンコーダからの検出信号と前記目標回転角度指令手段で指令された前記各アームの目標回転角度との回転角度差を算出する回転角度差算出手段と、該回転角度差算出手段で算出された回転角度差を補償する補償手段と、前記回転角度差と0との比較結果に基づき前記正転力伝達手段、前記反転力伝達手段又は前記ロータ回転停止手段のいずれかを選択する判定手段とを備え、該判定手段で選択された前記正転力伝達手段、前記反転力伝達手段又は前記ロータ回転停止手段は、前記補償手段で補償された出力信号に基づき制御されることを特徴とする。

【0033】目標回転角度指令手段は、トラベリングプレートの目標位置及び／又は姿勢を制御するため、各アームの目標回転角度を指令する。正・反転機構のロータの所定箇所に、ロータの回転角度を検出するエンコーダを配設する。回転角度差算出手段は、エンコーダからの検出信号を基に、ロータの目標回転角度との回転角度差を算出する。

【0034】補償手段では、この回転角度差算出手段で

算出された回転角度差を補償する。判定手段では、回転角度差と0との比較結果に基づき、正転力伝達手段、反転力伝達手段又はロータ回転停止手段のいずれかを選択する。そして、判定手段で選択された正転力伝達手段、反転力伝達手段又はロータ回転停止手段のいずれかは、補償手段で補償された出力信号に基づき制御される。

【0035】以上により、ロータの回転角度のフィードバックを行いつつ、回転角度を目標回転角度に精度良く位置合わせし、また停止させることが出来る。従って、トラベリングプレートの目標位置等の調整が正確に行える。

【0036】各アームの目標回転角度は、トラベリングプレートの目標位置等から予め演算済のものをデータとして記憶保存し、そのデータを目標回転角度指令値として用いるようにしてもよいが、更に、本発明は、前記目標回転角度指令手段は、前記トラベリングプレートの目標位置及び／又は姿勢を設定する目標位置等設定手段と、該目標位置等設定手段で設定された目標位置及び／又は姿勢から逆運動学に基づき前記各アームの目標回転角度を演算により算出する逆運動学演算手段とを備えて構成することも可能である。

【0037】目標位置等設定手段では、トラベリングプレートの目標位置及び／又は姿勢を設定する。逆運動学演算手段では、目標位置等設定手段で設定された目標位置及び／又は姿勢から逆運動学に基づき、各アームの目標回転角度を演算により算出する。以上により、トラベリングプレートの目標位置や姿勢が変更可能となる等、自由度の高い制御を行える。

【0038】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に基いて説明する。図1に、本発明の第1実施形態の全体構成図を示す。尚、図7と同一要素のものについては同一符号を付して説明は省略する。図1において、モータ115は、ベース101の中央下部に1つ設けられ、一方向に回転駆動されるようになっている。モータ115の回転速度は、減速機120により減速されるようになっている。

【0039】図2に動力伝達機構の構成図を示す。図2において、減速機120の中央には、モータ115の回転軸に取り付けられた歯車119と歯合するように、3つの歯車121A、121B、121Cが取り付けられている。この1段目の歯車119と3つの歯車121A、121B、121Cとは、減速部に相当する。

【0040】また、歯車121Aは、歯車123A、123Bと歯合している。同様に、歯車121Bは、歯車123C、123Dと歯合し、歯車121Cは、歯車123E、123Fと歯合している。この2段目の歯車121A、121B、121Cと歯車123A、123B、123C、123D、123E、123Fとは、連設減速部に相当する。

【0041】これらの歯車はケース125に納められている。そして、歯車123A、123B、123C、123D、123E、123Fは、回転軸をケース125の外部に出し、それぞれ歯車127A、127B、127C、127D、127E、127Fと軸を共通にしている。歯車127A、127B、127C、127D、127E、127Fは原車に相当する。

【0042】歯車127A、127B、127C、127D、127E、127Fには、それぞれ歯付ベルト129A、129B、129C、129D、129E、129Fの一方が掛けられている。歯付ベルト129A、129B、129C、129D、129E、129Fの他方は、それぞれ正・反転機構140A、140B、140C、140D、140E、140Fの下部に配設された歯車3A、3B、3C、3D、3E、3Fに掛けられている。歯車3A、3B、3C、3D、3E、3Fは従車に相当する。

【0043】歯付ベルト129A、129B、129C、129D、129E、129Fの途中には、ベルトの張力を調節するためアイドルリ131A、131B、131C、131D、131E、131Fが備えられている。モータ115、歯車119、歯車121、歯車123、ケース125、歯車127、歯付ベルト129、アイドルリ131、歯車3は、回転駆動手段に相当する。また、歯車127、歯付ベルト129、アイドルリ131、歯車3は、軸動力伝達部に相当する。

【0044】次に、正・反転機構140の詳細構成図を図3に示す。図3において、歯付ベルト129により一方向の回転力が伝達され、歯車3が回転駆動されるようになっている。歯車3の中心には、駆動用傘歯車5の軸7が固定されている。軸7は、ボールベアリング9により垂直に支持されている。

【0045】このボールベアリング9は、駆動用傘歯車外装蓋11の内側に埋め込まれている。駆動用傘歯車外装蓋11の底部で軸7と接する部分には、防塵及び油漏れのためシール13が配設されている。駆動用傘歯車外装蓋11は、外筒10の底部に配設された駆動用傘歯車装着用開口部12に装着されるようになっている。

【0046】正転用傘歯車15は、駆動用傘歯車5と歯合し、一方向に回転（正転）されるようになっている。一方、反転用傘歯車17は、正転用傘歯車15と駆動用傘歯車5の中心よりみて対称に配設され、駆動用傘歯車5と歯合し、一方向に回転（反転）されるようになっている。ロータ19が、この反転用傘歯車17の中心及び正転用傘歯車15の中心を貫通するようになっている。

【0047】ロータ19に対し正転用傘歯車15を回転自在に支持するため、ボールベアリング21が、正転用傘歯車15とロータ19の間に配設されている。また、同様に、ロータ19に対し反転用傘歯車17を回転自在

に支持するため、ボールベアリング23が、反転用傘歯車17とロータ19の間に配設されている。

【0048】正転用傘歯車15をスラスト方向に支持するため、正転用傘歯車15の左右側部には、ボールベアリング25a、25bが配設されている。また、同様に、反転用傘歯車17をスラスト方向に支持するため、反転用傘歯車17の左右側部には、ボールベアリング27a、27bが配設されている。

【0049】ボールベアリング25bとボールベアリング27bの間には、金属ディスク29が、その中央をロータ19に固定されている。この金属ディスク29には、均等に3つの圧電素子31が、金属ディスク29に予め穿設された通孔33aを、反転用傘歯車17側から通して固定されている。圧電素子31は正転力伝達手段に相当する。圧電素子31は伸長されることにより、正転用傘歯車15の右端平面を押圧するようになっている。

【0050】一方、同じこの金属ディスク29には、均等に3つの圧電素子35が、金属ディスク29に予め穿設された通孔33bを、正転用傘歯車15側から通して固定されている。圧電素子35は反転力伝達手段に相当する。圧電素子35は伸長されることにより、反転用傘歯車17の左端平面を押圧するようになっている。ブラシ41は、制御線53により、制御手段に相当する図示しない制御回路と接続されている。

【0051】ボールベアリング27aの右方には、ロータ回転停止用ディスクに相当する金属ディスク59がその中央をロータ19に固定されている。外筒10の右端にはロータ装着用開口部60が配設されている。そして、このロータ装着用開口部60には、側板65が装着されるようになっている。

【0052】側板65には、周状に均等に3つの圧電素子61が、側板65に予め穿設された通孔63を、挿通して固定されている。圧電素子61はロータ回転停止手段に相当する。圧電素子61は伸長されることにより、金属ディスク59の右端平面を押圧するようになっている。圧電素子61の各端子は制御線71により、制御回路と接続されている。

【0053】側板65とロータ19間には、円錐台軸受67が配設されている。そして、ロータ19の右端には、アーム105が取り付けられている。また、側板65には、金属ディスク59の右端平面に予め印された位置を検知するため、近接センサ73が配設されている。

【0054】ロータ19の左方は、ボールベアリング75により軸支持されている。ロータ19の左端で外筒10の外部には、ロータ19の回転角度を検出するためエンコーダ77が取り付けられている。エンコーダ77で検出された信号は、制御線79により制御回路へと送られている。駆動用傘歯車外装蓋11及び外筒10の底部は、ベース101に固定されている。

【0055】次に、本発明の第1実施形態の動作を説明する。モータ115は、一方向に回転駆動する。モータ115の回転速度は、減速機120により減速される。即ち、歯車119の動力は、1段目の3つの歯車121A、121B、121Cに伝えられる。

【0056】更に、この歯車121の動力は、2段目の6つの歯車123A、123B、123C、123D、123E、123Fに伝えられる。この減速機120により減速された動力は、歯付ベルト129A、129B、129C、129D、129E、129Fを介して各歯車3A、3B、3C、3D、3E、3Fに伝えられる。

【0057】この回転駆動により、駆動用傘歯車5は、一方向に回転する。そして、この回転は、正転用傘歯車15と反転用傘歯車17に伝えられる。正転用傘歯車15と反転用傘歯車17とは、互いに反対方向に回転する。このとき、ボールベアリング21、23の存在により、ロータ19は静止した状態である。

【0058】ロータ19の静止状態は、圧電素子61が金属ディスク59を押圧することで維持されている。圧電素子61は、制御回路からの通電が無いときに伸長して押圧動作をする。このように、非通電時に伸長することとしたのは、省電力及びフェールセーフのためである。

【0059】次に、ロータ19を正転させたいとき、制御回路よりブラシ41を介して圧電素子31に通電し、圧電素子31を伸長させ、正転用傘歯車15の右端平面を押圧する。このとき、同時に制御回路より圧電素子61にも通電し、圧電素子61を短縮させる。また、圧電素子35には通電せず、圧電素子35を短縮させる。これにより、ロータ19は正転動作を行い、アーム105は正回転する。

【0060】一方、逆にロータ19を反転させたいとき、制御回路よりブラシ41を介して圧電素子35に通電し、圧電素子35を伸長させ、反転用傘歯車17の左端平面を押圧する。このとき、同時に制御回路より圧電素子61にも通電し、圧電素子61を短縮させる。また、圧電素子31も短縮させる必要がある。これにより、ロータ19は反転動作を行い、アーム105は反回転する。

【0061】また、図4に示すように、エンコーダ77を用いれば、トラベリングプレート113の位置と姿勢をフィードバック制御により行うことが出来る。図4において、トラベリングプレート113の目標位置と姿勢を制御回路に入力する。

【0062】入力された目標位置と姿勢に基づき、逆運動学計算によりアーム105A～105Fの各目標角度 $\theta_{a0} \sim \theta_{f0}$ が演算される。演算された目標角度 $\theta_{a0} \sim \theta_{f0}$ は、エンコーダ77a～77fで検出された回転角度 $\theta_a \sim \theta_f$ と加算器S1a～S1fで回

転角度差が算出される。

【0063】その加算器S1a～S1fで算出した回転角度差を基に、補償器S3a～S3fでPID等の補償や波形成形等を行い、回転角度差の大きさに従い正転動作、反転動作又は停止動作させる。例えば、回転角度差が正のとき正転動作を選択し、圧電素子31に通電し、圧電素子31を伸長させることでアーム105を正回転させる。

【0064】予め、限界角度や限界回転数が存在する場合には、金属ディスク59の右端平面に予め位置を印しておく。そして、その位置を近接センサ73が検知したとき、圧電素子61を非通電として押圧動作をさせてロータ19を停止させる。なお、押圧を行うのに圧電素子を用いるとして説明したが、圧電素子に代えて電磁クラッチを使用して所定面を吸着させるようにしてもよい。

【0065】以上により、1台のモータを使用して、トラベリングプレート113の位置と姿勢を精度良く制御可能である。このため、モータ数を減少出来、低コストかつ省電力である。また、一方向の回転を利用しているため、バックラッシュも低減され、動剛性と静剛性とも向上させることが出来る。非通電時又は停電時には、アーム105は常にブレーキを掛けられた状態であり、その場の位置と姿勢を高精度にかつ剛性を高く保つことが出来る。

【0066】次に、本発明の第2実施形態について説明する。本発明の第2実施形態の全体構成図を図5に示す。尚、図7と同一要素のものについては同一符号を付して説明は省略する。図5において、正・反転機構140は、3台ベース101上に配設されている。

【0067】アーム105の他端には、自由度1の回転運動を行う第1の1軸回転ジョイントに相当する1軸回転ジョイント201が支持されている。この1軸回転ジョイント201の両側端に、第1の3自由度ジョイントに相当する3自由度ジョイント203A、203Bをそれぞれ1個ずつ連結する。3自由度ジョイント203A、203Bは、自由度3の運動を行う。

【0068】2本のロッド205A、205Bは、3自由度ジョイント203A、203Bのそれぞれに一端が支持される。ロッド205A、205Bの他端には、それぞれ第2の3自由度ジョイントに相当する3自由度ジョイント207A、207Bが固着される。

【0069】3自由度ジョイント207A、207Bも自由度3の運動を行う。第2の1軸回転ジョイントに相当する1軸回転ジョイント209は、この3自由度ジョイント207A、207Bと両側端が連結され、自由度1の回転運動を行う。トラベリングプレート113は、この1軸回転ジョイント209により支持される。

【0070】図6に動力伝達機構の別構成図を示す。図6において、減速機220の中央には、モータ115の回転軸に取り付けられた歯車119と歯合するように、



3つの歯車221A、221B、221Cが取り付けられている。これらの歯車はケース225に納められている。そして、歯車221A、221B、221Cは、回転軸をケース225の外部に出し、それぞれ歯車227A、227B、227Cと軸を共通にしている。

【0071】次に、本発明の第2実施形態の動作を説明する。正・反転機構140は3台ベース101上に配設する。減速機220は、歯車119と3つの歯車221A、221B、221Cとの歯合により1段の減速を行う。3つの歯車221A、221B、221Cの動力は、歯付ベルト129A、129B、129Cにより歯車3A、3B、3Cに伝えられる。この点で、1台のモータ115により6つの歯車3A、3B、3C、3D、3E、3Fを回転駆動していた第1実施形態の減速機120とは相違する。

【0072】正・反転機構140のアーム105を制御回路により正転動作、反転動作又は停止動作させる点は、第1実施形態と同様である。1軸回転ジョイント201、3自由度ジョイント203A、203B及び1軸回転ジョイント209、3自由度ジョイント207A、207Bの組み合わせにより、トラベリングプレート113は、第1実施形態と同様に6つの能動自由度をもつ制御が可能となる。

【0073】以上により、第1実施形態と比べ減速機の構成が簡素で、正・反転機構140及び歯付ベルトの数も少ないが、トラベリングプレートに関し、第1実施形態と同様の制御が行える。このため、より一層の低コスト、省電力が可能である。

【0074】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、一方向の回転駆動手段と、ロータの正転、反転、停止が可能な正・反転機構を備えてパラレル機構を構成したので、バックラッシュが低減され、停電時の位置又は姿勢の変化がない。また、制限された個数のモータで減速機を介して正・反転機構を駆動すれば、省電力、低コストにパラレル機構を構成出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施形態の全体構成図

【図2】 動力伝達機構の構成図

【図3】 正・反転機構の詳細構成図

【図4】 トラベリングプレートの位置と姿勢制御の一

例

【図5】 本発明の第2実施形態の全体構成図

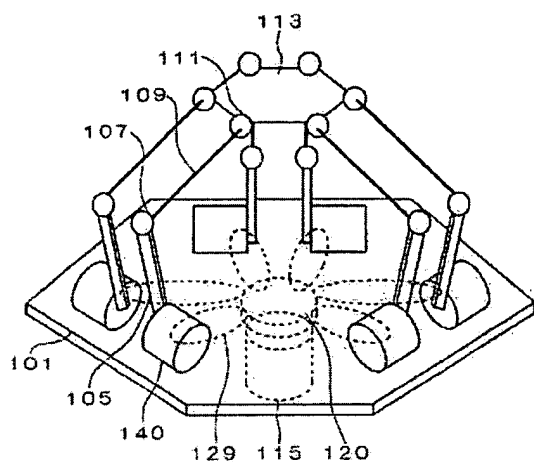
【図6】 動力伝達機構の別構成図

【図7】 従来の屈曲型パラレル機構の一例

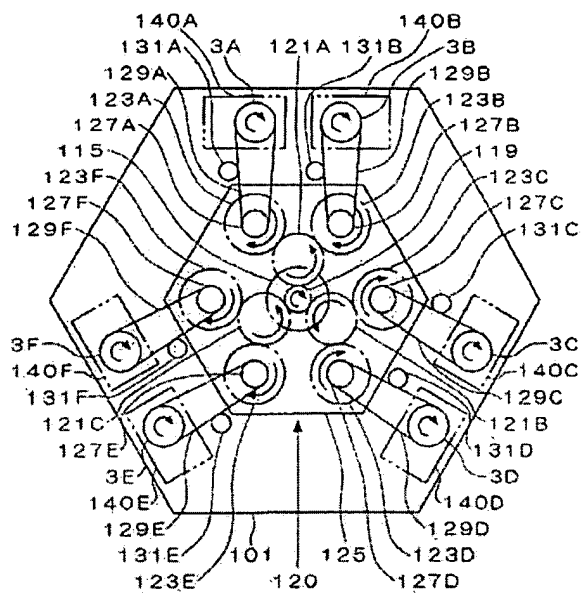
【符号の説明】

3	歯車
5	駆動用傘歯車
9、21、23、25a、25b、27a、27b、7	
5	ボールベアリング
10	外筒
12	駆動用傘歯車装着用開口部
15	正転用傘歯車
17	反転用傘歯車
19	ロータ
29	金属ディスク
31、35、61	圧電素子
57	ブラシ装着用開口部
59	金属ディスク
60	ロータ装着用開口部
65	側板
73	近接センサ
77	エンコーダ
81	加算器
83	補償器
101	ベース
105	アーム
107	3自由度ジョイント
109	ロッド
111	自由度ジョイント
113	トラベリングプレート
115	モータ
119、121、123、127、221、227	歯車
120、220	減速機
129	歯付ベルト
131	アイドラブリー
140	正・反転機構
201、209	1軸回転ジョイント
203、207	3自由度ジョイント
205	ロッド
220	減速機

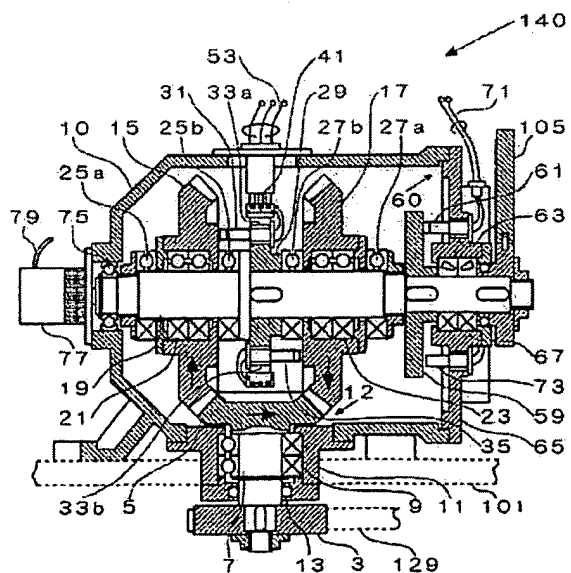
【图1】



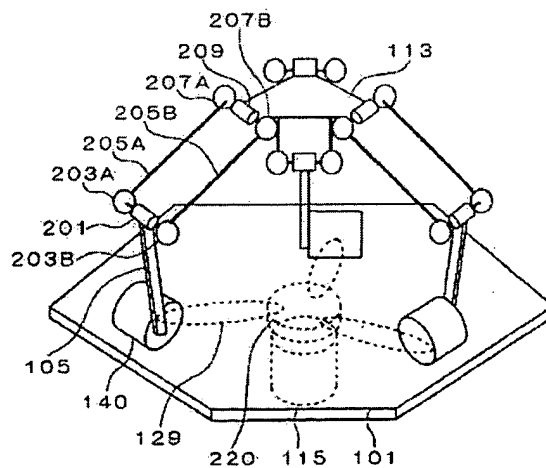
【圖2】



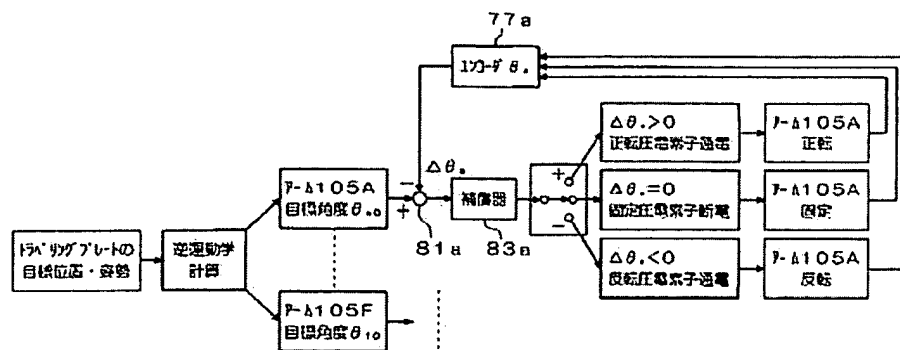
【例5】



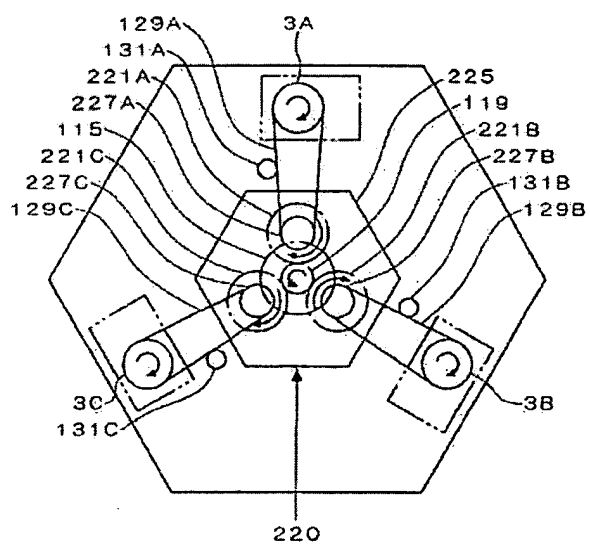
【图5】



【圖4】



【図6】



【圖7】

